

熱帯西太平洋域においてライダーで観測された 成層圏エアロゾル層

Stratospheric Aerosol Layer Observed by Lidar in the Tropical Western Pacific

亀井 秋秀¹、杉本 伸夫¹、松井 一郎¹、清水 厚¹、柴田 隆²
Akihide Kamei¹, Nobuo Sugimoto¹, Ichiro Matsui¹, Atsushi Shimizu¹, and
Takashi Shibata²

¹国立環境研究所、²名古屋大学

¹National Institute for Environmental Studies, ²Nagoya University

Abstract

Stratospheric aerosol layer just above the tropopause was observed by a shipboard lidar in the tropical western Pacific in February 2005. The aerosol layer with vertical thickness less than 1 km was observed at the altitudes of about 19 km in the regions of 0° N and 7° N along about 156° E. The optical properties derived from the lidar data show the thin layer had optical thickness less than 0.01, small scattering ratio, moderate particle depolarization ratio, and large backscatter-related Ångström exponent compared to cirrus clouds below the tropopause. From the report on the volcanic eruptions and the wind profiles of the sonde data, it was concluded that the aerosol source was the 27–28 January large eruptions of Manam volcano in Papua New Guinea (4.10° S, 145.06° E).

1. はじめに

1999年より国立環境研究所(NIES)では、海洋研究開発機構(JAMSTEC)の海洋地球研究船「みらい」に2波長偏光ライダーを搭載し、太平洋を中心とした海洋上のエアロゾルや雲の観測を行ってきた。観測の目的はエアロゾルと雲の空間分布や光学特性のデータを得て、それらの気候や環境への効果について調べることである。

本発表では、「みらい」MR04-08 Leg2 航海中2005年2月に熱帯西太平洋域において、ライダーで観測された高度19 km付近の光学的に非常に薄い成層圏エアロゾル層について報告する。この層からの信号はライダーの2波長で検出され、同じ条件で測定した他の期間や領域では検出されることはなかった。また、ピーク信号の高度が多少時間変化していた。以上のことから、この信号はノイズではなく、何らかの散乱体による後方散乱光であると考えられる。この層の特性について調べるため、ライダーデータから散乱比と粒子偏光解消度、オンゲストローム指数を導出した。火山噴火についての報告や風のデータより、この層の起源はマナム火山の噴火だということが分かった。

2. 観測

「みらい」MR04-08 Leg2 航海は、2005年1月14日～2月17日にかけて、主に西太平洋上で行われた。Fig. 1に航路図を示す。ライダーは上甲板後部コンテナに搭載し、航海の全期間にわたって連続して観測を行った。本航海の前には、北緯7.5°東経134°で定点観測が行われていた(MR04-08 Leg1)。

「みらい」搭載ライダーは、光源として2波長(1064 nm、532 nm)のNd:YAGレーザーを用いる。1064 nmの信号はアバランシェフォトダイオード(APD)、532 nmの信号はフォトマル(PMT)で検出し、12ビットのトランジェントレコーダーでAD変換する。ライダーデータは、高度分解能75 mで、プロファイルを10秒間積算した後に記録した。ライダーでは、1064 nmと532 nmの後方散乱と532 nmの偏光解消度を測定する。偏光解消度は散乱体の非球形性を表す指標である。また、2波長の後方散乱係数の比から粒径に関する情報が得られる。

本航海中、高度19 km付近の成層圏エアロゾル層は、北緯0～2°東経156°(2月3日16:20～4日14:40 UTC)と、北緯9～10°東経156°(2

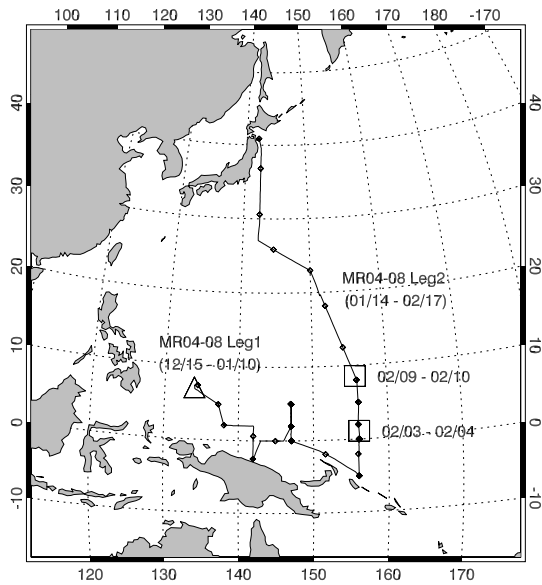


Fig. 1. Cruise track of MR04-08 Leg2. The squares show the regions of the unusual layer appearances. The triangle shows the observation point of MR04-08 Leg1 cruise.

月 9 日 22:10 ~ 10 日 11:50 UTC) において観測された (Fig. 1)。また、高度 17 km 以下の巻雲は、熱帯地域では頻繁に観測されていた。

3. 解析

データ解析では、まず、距離補正ライダー信号を高度分解能 75 m、時間分解能 10 分に平均化し、高度 10 ~ 20 km の後方散乱係数を Fernald のインバージョン法により導出した。境界条件は、532 nm の場合は 17.3 km、1064 nm の場合は 8 km で与えた。ライダー比 (消散係数の後方散乱係数に対する比) は、巻雲の場合は両波長ともに 20 sr、成層圏エアロゾルの場合は、20 sr (532 nm) と 60 sr (1064 nm) を用いた。大気分子による散乱成分は、MR04-08 Leg1 航海で行われたラジオゾンデデータから計算した。

インバージョン法で得られた結果より、散乱比 (ミー散乱とレイリー散乱の比) と、大気分子による偏光解消度を取り除いた粒子偏光解消度、後方散乱係数より計算したオングストローム指数を導出した。

4. 結果と考察

Figure 2 に 2 月 3 ~ 4 日の散乱比と粒子偏光解消度、オングストローム指数の鉛直分布の時系列

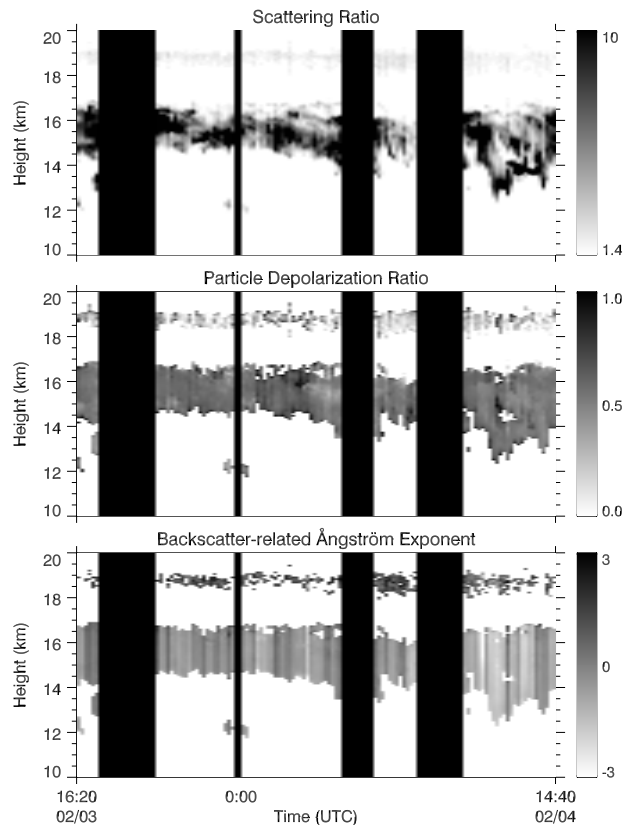


Fig. 2. Time-height cross sections of the scattering ratio, the particle depolarization ratio, and the backscatter-related Ångström exponent between 10 km and 20 km on February 3-4, 2005.

変化を示す。高度 10 km 以下の雲や雨などにより十分な信号が得られなかった期間はマスキングした。この期間では、厚さ 0.3 ~ 1.4 km の成層圏エアロゾル層が高度 17.9 ~ 19.5 km で観測された。高度 17 km 以下の巻雲と比べて、散乱比と粒子偏光解消度は小さく、オングストローム指数は大きな値であった。粒径が大きな非球形氷粒子だと予想される巻雲に対して、この層は多少の非球形性を持った粒径の小さなエアロゾルであると思われる。

スミソニアン研究所の火山活動レポートによると、2005 年 1 月 27 ~ 28 日にパプアニューギニアのマナム火山 (北緯 4.10° 東経 145.06°) で大きな噴火が起こったことが分かった。この噴火により、成層圏にまで達した噴煙がゆっくりと西風によって東に流され、高度 19 km 付近の風が弱いところに溜まったものを観測した可能性が高いことが、前方流跡線解析や近辺のサウンディングデータなどからも示唆された。